



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3901545 A1

⑳ Aktenzeichen: P 39 01 545.9
㉑ Anmeldetag: 20. 1. 89
㉒ Offenlegungstag: 2. 8. 90

⑤ Int. Cl. 5:
H05B 3/16
F 23 Q 7/00
C 04 B 35/58
B 41 M 1/34

DE 3901545 A1

PTO 2003-2125
S.T.I.C. Translations Branch

㉑ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:

Gruenwald, Werner, Dr. Dipl.-Phys., 7016 Gerlingen,
DE; Muehleder, Friedrich, Dipl.-Ing., 7032
Sindelfingen, DE; Kranzmann, Axel, Dipl.-Phys.,
7000 Stuttgart, DE

for 09/673953

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

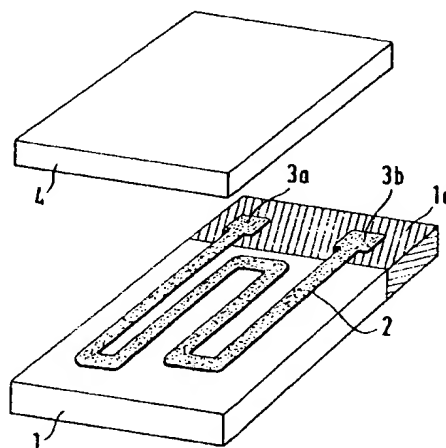
⑤ Hochttemperatur-Heizelement sowie Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft ein Hochttemperatur-Heizelement mit einem Substrat aus Aluminiumnitrid und einem darauf aufgetragenen Heizleiter sowie ein Verfahren zur Herstellung desselben. Hochttemperatur-Heizelemente werden in der Kraftfahrzeugindustrie zur Herstellung von keramischen Heizvorrichtungen, insbesondere zur Herstellung von Glühkerzen und Glühvorsätzen verwendet.

Nachteilig an der Verwendung von Aluminiumnitrid-Keramik zur Herstellung von Hochttemperatur-Heizelementen ist, daß infolge der guten Wärmeleitfähigkeit von Aluminiumnitrid durch Wärmeableitung eine stark erhöhte Heizleistung erforderlich ist, um den Heizer auf einer vorgegebenen Temperatur zu halten.

Um die Wärmeableitung zu reduzieren, weist das erfindungsgemäße Heizelement ein Substrat (1) aus Aluminiumnitrid auf, bei dem der Substratbereich (1a), der thermisch isolieren soll, mit Fremddionen dotiert ist. Der Heizleiter (2) kann aus einem der üblichen, in bekannten Hochttemperatur-Heizelementen verwendeten Heizleitern bestehen. Als Oxidationsschutz kann ein Substrat (4) dienen. Ein erfindungsgemäßes Hochttemperatur-Heizelement ist beispielsweise in Fig. 1 dargestellt.

FIG. 1



DE 3901545 A1

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Hochtemperatur-Heizelement nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Hochtemperatur-Heizelemente nach der Gattung des Hauptanspruchs werden bekanntlich in großem Umfang in der Kraftfahrzeugindustrie zur Herstellung von keramischen Heizvorrichtungen, insbesondere für Glühkerzen und Glühvorsätze oder Glühkörper verwendet, um z. B. als Starthilfe das Anlassen von Dieselmotoren zu erleichtern.

Aus der DE-OS 35 12 483 ist beispielsweise eine keramische Heizvorrichtung aus einem Heizelement aus einem Sinterkörper aus einem Gemisch aus MoSi_2 -Pulver und Si_3N_4 -Pulver, einem Halteelement aus einem elektrisch isolierenden, keramischen, gesinterten Körper sowie einer elektrischen Stromversorgungseinrichtung bekannt. In der bekannten Heizvorrichtung besteht das Heizelement aus einem gesinterten Körper aus einem Gemisch aus MoSi_2 -Pulver und Si_3N_4 -Pulver, wobei der mittlere Teilchendurchmesser des Si_3N_4 -Pulvers größer ist als der des MoSi_2 -Pulvers.

Aus der DE-OS 30 11 297 sind ferner Hochtemperatur-Heizelemente aus einem Keramikkörper aus Siliciumnitrid, Sialon, Aluminiumnitrid und Siliciumcarbid mit einem darin eingebetteten Metallkörper in Form einer Platte oder eines Fadens bekannt, bei denen das Metall aus Wolfram oder Molybdän besteht.

Aus der DE-OS 33 35 144 ist ferner ein Einlaßbrenner für einen Verbrennungsmotor mit einer Heizvorrichtung bekannt, die aus einem in ein Keramikmaterial eingebetteten Heizwiderstand aus Wolfram besteht. Das Keramikmaterial kann beispielsweise aus Siliciumnitrid (Si_3N_4) bestehen.

Aus der US-PS 40 35 613 sind weiterhin zylinderförmige keramische Heizelemente aus einem hitzeresistenten keramischen Material wie Aluminiumoxid und Fosterit sowie einem hierauf aufgetragenen Wärme erzeugenden Widerstandsmuster, erzeugt aus einer leitfähigen Metallpaste, z. B. Molybdän-Manganpaste oder Wolframpaste bekannt.

Aus der japanischen Patentveröffentlichung 54-1 09 536 ist auch bereits eine Keramikheizung für Glühkerzen bekannt, die aus kreisscheibenförmigen Keramikplättchen und aufgedruckten Widerstandskörpern aus Molybdän, Wolfram oder Mangan aufgebaut sind.

Aus der DE-OS 33 07 109 ist schließlich eine Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in Brennräume, insbesondere in Brennkammern von Dieselmotoren, mit einer Einspritzdüse und einem nachgeschalteten, vom Spritzstrahl des Kraftstoffs benetzten Glühkörper bekannt, bei der der Glühkörper an der brennraumseitigen Stirnseite der Einspritzdüse angeordnet ist und einen von heizbaren Wänden umgebenen Kanal zum Hindurchtreten und teilweisen Verdampfen des Kraftstoff-Spritzstrahles hat. Der Glühkörper kann dabei aus Keramik bestehen und das Heizelement durch einen auf die keramische Oberfläche aufgetragenen metallischen Schichtbelag gebildet sein.

Es ist ferner bekannt, z. B. aus einer Arbeit von N. Iwase und Mitarbeitern mit dem Titel: "Thick film and direct bond copper forming technologies for aluminum nitride substrate" aus dem Toshiba R & D Center 1, Toshiba-cho, Komukai Saiwaiku, Kawasaki, Japan 210, Substrate aus AlN -Keramik, die durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit, gute elektrische Isolation bis zu hohen Temperaturen, hohe Härte, gute mechanische Eigen-

schaften und gute Temperaturwechselbeständigkeit gekennzeichnet sind, in Dickschichttechnik zu bedrucken und dabei Dickfilmpasten einzusetzen, ähnlich wie sie zum Bedrucken von Substraten aus Al_2O_3 -Keramik bekannt sind.

Nachteilig an den bekannten keramischen Heizelementen ist, daß sie nicht bis zu sehr hohen Temperaturen belastbar sind, daß sie keine ausreichende Thermoschockbeständigkeit aufweisen, daß die auf das Keramiksubstrat aufgedruckten Heizleiterschichten nicht gut haften und/oder daß sie nicht kostengünstig herstellbar sind.

Nachteilig an der Verwendung von Aluminiumnitrid-Keramik zur Herstellung von Hochtemperatur-Heizelementen ist ferner, daß infolge der guten Wärmeleitfähigkeit von Aluminiumnitrid durch Wärmeableitung vom Heizerbereich in die Randzonen, insbesondere zur Kontaktierung (Fassung) hin, eine stark erhöhte Heizleistung erforderlich ist, um den Heizer auf einer vorgegebenen Temperatur zu halten. Außerdem ist die thermische Belastung der Kontakte und der Heizerfassung erheblich.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Hochtemperatur-Heizelement mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß die Wärmeableitung vom Heizerbereich in die Randzonen, insbesondere zur Kontaktierung hin deutlich reduziert wird. So hat sich beispielsweise gezeigt, daß die Wärmeleitfähigkeit durch eine geeignete Dotierung deutlich von etwa 150 W/mk bis auf etwa 10 W/mk abgesenkt werden kann.

In vorteilhafter Weise werden die thermisch zu isolierenden Bereiche des Aluminiumnitrid-Substrates mit etwa 50 ppm bis etwa 5% Fremdionen dotiert. Besonders vorteilhafte Dotierionenkonzentrationen liegen bei etwa 50 ppm bis 3%.

Als Dotierionen geeignet sind prinzipiell alle Fremdionen, die in einem AlN -Gitter vorliegen können, beispielsweise Sauerstoff-, Bor- und Siliciumionen. Besonders geeignet sind solche, die eine gute Anpassung des Wärmeausdehnungskoeffizienten an den von AlN ermöglichen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verwendet man als Dotierionen Siliciumionen.

Die Aluminiumnitrid-Substrate, die zur Herstellung eines Hochtemperatur-Heizelementes nach der Erfindung verwendet werden können, können aus handelsüblichen Aluminiumnitrid-Substraten, die außer Aluminiumnitrid ein bei Sinter Temperatur zersetzbares oder verdampfbares Bindemittel enthalten, ferner sog. grün gepreßten "Aluminiumnitrid-Substraten" und gesinterten Substraten und heiß gepreßten Stäben bestehen.

Die Dicke und Form der Aluminiumnitrid-Substrate kann verschieden sein. In vorteilhafter Weise verwendet man als Substrate Folien. Vorzugsweise liegt die Dicke von Folien bei 0,3 bis 3 mm, insbesondere bei 0,5 bis 2,0 mm.

Gegebenenfalls können die verwendeten Aluminiumnitrid-Substrate, abgesehen von Bindemitteln, noch andere Zusätze, z. B. vergleichsweise geringe Mengen an Sinterhilfsmitteln, wie z. B. Y_2O_3 , enthalten.

Die Einführung von Fremdionen in die Bereiche des Aluminiumnitrid-Substrates, die thermisch isolieren sollen, d. h. die Dotierung dieser Bereiche kann in verschiedener Weise erfolgen.

Eine erste geeignete Methode besteht in einer Ionenimplantation. Bei dieser Verfahrensweise werden Ionen, z. B. Si-Ionen in einem elektromagnetischen Feld beschleunigt und mit hoher Geschwindigkeit durch die AlN-Substratoberfläche in das Substrat eingeschossen.

Eine zweite besonders vorteilhafte Methode besteht darin, zur Herstellung eines Hochtemperatur-Heizelementes ein grün gepreßtes Aluminiumnitrid-Substratmaterial zu verwenden und das Substrat dadurch herzustellen, daß man einen Teil des zu verpressenden Aluminiumnitrid-Substratmaterials ein bei Sintertemperatur des Substratmaterials Dotierionen lieferndes Material, d. h. ein Dotiermaterial zusetzt, daß man das Substrat aus dotiertem und undotiertem Material zusammensetzt und daß man das zusammengesetzte Substratmaterial verpreßt und sintert.

Ein besonders geeignetes Dotiermaterial besteht aus Silicium.

In vorteilhafter Weise setzt man die Dotiermaterialien dem zu dotierenden Aluminiumnitrid in Konzentrationen von 50 ppm bis 5% zu.

Vorzugsweise verpreßt man bei Drücken von 10 bis 100 bar. Das Sintern erfolgt zweckmäßig bei Temperaturen von 1600°C bis 2000°C. Vorzugsweise arbeitet man bei Temperaturen von 1650 bis 1800°C. Die Sinterdauer beträgt zweckmäßig bis 6, vorzugsweise 2 bis 4 Stunden.

Eine dritte vorteilhafte Methode der Einführung von Fremdmetallionen in das Aluminiumnitrid-Substrat besteht darin, daß man das Dotiermittel, z. B. in Form von Pulver in einer Paste auf den gewünschten Bereichen der Oberfläche des Aluminiumnitrid-Substrates, das z. B. in Form einer handelsüblichen Aluminiumnitridfolie oder eines grün gepreßten Aluminiumnitrid-Substrats vorliegen kann, abscheidet und die Dotierionen anschließend durch eine Wärmebehandlung in das Substratmaterial eindiffundieren läßt. Die Abscheidung des Dotiermittels kann beispielsweise durch Aufdampfen erfolgen, oder wie z. B. im Falle von Silicium auch durch Aufdrucken einer Dickschichtpaste.

Geeignete Dickschichtpasten können aus dem Dotiermaterial und einem organischen Träger, z. B. 70 Gew.-% Dotiermaterial und 30 Gew.-% organischen Träger zusammengesetzt sein. Der organische Träger entspricht dabei den üblicherweise in der Dickschichttechnik verwendeten Trägern. Die Wärmebehandlung, durch die die Dotierionen in das Substratmaterial eindiffundieren, kann z. B. in einer 10- bis 36stündigen Erhitzung des Materials auf eine Temperatur von etwa 1000 bis 1400°C bestehen. In vorteilhafter Weise erhitzt man etwa 20 bis 30 Stunden lang auf eine Temperatur von 1100 bis 1300°C. In vorteilhafter Weise erfolgt die Wärmebehandlung unter einem Schutzgas, z. B. Argon oder im Vakuum.

Der Heizleiter nebst Heizierzuleitung kann beispielsweise aus MoMn oder MoSi₂ bestehen.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung besteht der Heizleiter nebst Heizierzuleitung aus Molybdändisilizid, dem gegebenenfalls Stoffe zur Einstellung des elektrischen Widerstandes und/oder zur verbesserten Anpassung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten in untergeordneten Mengen beigegeben sein können, wie z. B. Aluminiumoxid und Aluminiumnitrid.

Die Herstellung eines Hochtemperatur-Heizelementes nach der Erfindung kann somit in vorteilhafter Weise dadurch erfolgen, daß man die Bereiche eines Aluminiumnitrid-Substrates, die thermisch isolieren sollen,

nach einer der angegebenen Methoden mit Fremdionen dotiert, daß man, vorzugsweise in Dickschichttechnik, auf die dotierten Bereiche eine Heizierzuleitung bzw. auf die nicht dotierten Bereiche einen Heizleiter aufdrückt und daß man das bedruckte Substrat unter einem Schutzgas sintert und danach altert. In zweckmäßiger Weise sintert man dabei bei Temperaturen von 1500 bis 1800°C, insbesondere von 1600 bis 1800°C.

Die Herstellung eines Hochtemperatur-Heizelementes nach der Erfindung kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform, z. B. aber auch dadurch erfolgen, daß man auf ein Substrat aus Aluminiumnitrid mit dotierten Bereichen, wie angegeben, in Dickschichttechnik einen Heizleiter mit einer Heizierzuleitung aufdrückt, daß man auf das bedruckte Substrat aus Aluminiumnitrid ein weiteres Substrat aus Aluminiumnitrid aufbringt, das in vorteilhafter Weise in den mit der Heizierzuleitung in Kontakt kommenden Bereichen entsprechend dotiert ist, und daß man die zu einem Sandwich zusammengefügte Substrate mit dem eingebetteten Heizleiter und der Heizierzuleitung sintert.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verfährt man in der Weise, daß man die thermisch zu isolierenden Bereiche dadurch dotiert, daß man der zur Ausbildung der Heizierzuleitung verwendeten Paste Dotiermaterial zusetzt und die Dotierionen aus der aufgetragenen Paste während des Sinterprozesses in das Aluminiumnitrid-Substrat eindiffundieren läßt.

Den zur Erzeugung der Heizleiter nebst Heizierzuleitung in Dickschichttechnik verwendeten Pasten, z. B. Molybdändisilizidpasten, können gegebenenfalls Stoffe zur Einstellung des elektrischen Widerstandes und/oder zur verbesserten Anpassung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten zugesetzt werden.

Ein Hochtemperatur-Heizelement nach der Erfindung mit einem Molybdändisilizid-Heizleiter hat den besonderen Vorteil, daß es aufgrund des vergleichsweise billigen Heizleitermaterials kostengünstig herstellbar ist, daß es bis zu sehr hohen Temperaturen (ca. 1400°C) belastbar ist, daß das Molybdändisilizid auf dem Aluminiumnitrid-Substrat beträchtlich besser haftet als auf Siliciumnitrid, daß eine gleichmäßige Temperaturverteilung durch gute Wärmeleitung des Substrates erreicht wird und daß es eine hohe Thermoschockbeständigkeit aufweist.

Ein erfindungsgemäßes Hochtemperatur-Heizelement läßt sich zur Herstellung von keramischen Heizvorrichtungen, der verschiedensten Typen und für die verschiedensten Anwendungszwecke verwenden. Von besonderer Bedeutung ist es für die Kraftfahrzeugindustrie, wo das Heizelement zur Herstellung von Glühkerzen, Glühvorsätzen und Glühkörpern sowie Einlaßbrennern eingesetzt werden kann, um beispielsweise das Anlassen von Dieselmotoren zu erleichtern. Dies bedeutet, daß ein erfindungsgemäßes Hochtemperatur-Heizelement in ein Halteelement üblicher bekannter Bauart eingebaut sowie an eine übliche bekannte Stromversorgungsvorrichtung angeschlossen werden kann.

Vorzugsweise erfolgt die Herstellung eines erfindungsgemäßen Hochtemperatur-Heizelementes maschinell im Mehrfachnutzen. In vorteilhafter Weise liegt die Breite eines Heizelementes bei 3 bis 10 mm, und die Länge bei 10 bis 50 mm.

Beim Einsatz in einer Glühstiftkerze wird das erfindungsgemäße Heizelement vorzugsweise als rotations-symmetrischer Körper ausgeführt, wobei die Leiterbahn, z. B. Molybdändisilizid-Leiterbahn auf einen mas-

siven Aluminiumnitrid-Stift, z. B. aus heißgepreßtem Aluminiumnitrid, oder auf eine Folie, die zu einem massiven Stift aufgerollt wurde, aufgedruckt wird.

im Falle einer Glühstiftkerze beträgt der Durchmesser des Heizelementes zweckmäßig 3 bis 6 mm, die Vorstehlänge 10 bis 30 mm und die Stiftlänge 20 bis 60 mm.

Zeichnung

Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Heizelementes mit einer vergleichsweise starren A1N-Substratfolie, Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Heizelementes mit einer flexiblen A1N-Substratfolie, jeweils in vereinfachter Darstellung und Fig. 3 eine Glühstiftkerze mit einem erfindungsgemäßen Heizelement.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in Fig. 1 vereinfacht und stark vergrößert dargestellte erfindungsgemäße Hochtemperatur-Heizelement besteht aus dem Substrat 1, z. B. einer handelsüblichen A1N-Folie einer Dicke von z. B. 1 mm mit thermisch isolierendem Bereich 1a, auf die nach dem Siebdruckverfahren vorzugsweise Sieb- oder Tampondruck, der Heizleiter 2 einschließlich der Heizerezuleitung nebst Kontaktierungsflächen 3a und 3b aufgedruckt worden ist. Im dargestellten Falle weist der Heizleiter eine Mäanderform auf. Der Heizleiter kann jedoch jede beliebige andere Form aufweisen.

Der gestrichelt dargestellte thermisch isolierende Bereich 1a wurde wie folgt erzeugt:

Das Dotiermittel, z. B. Silicium wurde in dem zu isolierenden Bereich 1a zunächst oberflächlich durch Aufdampfen oder mittels einer Dickschichtpaste im zu isolierenden Bereich 1a auf das Aluminiumnitrid-Substrat aufgebracht und anschließend über eine Wärmebehandlung, z. B. unter einem Ar-Schutzgas oder im Vakuum bei 1200°C über einen Zeitraum von mehreren Stunden, z. B. 24 Stunden, eindiffundieren gelassen.

Zum Aufdrucken des Heizleiters mit der Heizerezuleitung wurde eine Molybdändisilizidpaste folgender Zusammensetzung verwendet:

69,8 Gew.-% handelsübliches MoSi₂-Pulver
30,2 Gew.-% Dicköl bestehend aus
6,0 Gew.-% Äthylcellulose
79,0 Gew.-% α -Terpinol und
15,0 Gew.-% Benzylalkohol.

Auf das so behandelte Substrat wurde dann nach dem Auftrocknen der Heizleiterschicht ein zweites, nicht bedrucktes Substrat 4 von etwa gleicher Dicke aufgebracht, derart, daß die Kontaktflächen 3a und 3b nicht abgedeckt wurden. Die zusammengefügte Substrate wurden dann unter einem Druck von 5 mbar bei einer Temperatur von 1600°C in einer Atmosphäre aus N₂ mit 10% H₂ zwei Stunden lang gesintert. Das Substrat 4 diente als Oxidationsschutz.

Auf eine Abdeckung des bedruckten Substrates 1 mit dem Substrat 4 kann jedoch verzichtet werden, wenn das Substrat 1 mit dem aufgedruckten Heizleiter 2 unter einem Schutzgas, insbesondere Formiergas, bei Temperaturen zwischen 1600°C und 1800°C gesintert und nachfolgend einem Voralterungsprozeß unterworfen

wird. Der Voralterungsprozeß kann beispielsweise darin bestehen, daß das bedruckte und gesinterte Substrat 2 bis 6 Stunden lang in oxidierender Atmosphäre geglüht wird. Eine solche Behandlung führt zur Ausbildung einer SiO₂-Schutzschicht, die den Heizleiter vor Angriffen in oxidierender und reduzierender Atmosphäre weitestgehend schützt.

Gleichgültig, ob das bedruckte Substrat 1 mit einem zweiten Substrat 4 abgedeckt wird oder nicht, in jedem Falle haften die Heizleiter fest auf den A1N-Substraten, auf die sie aufgetragen werden.

Die Kontaktierungsflächen können in üblicher bekannter Weise metallisiert werden. Beispielsweise kann die Kontaktierung des Heizleiters über Schutzgasbrennbare Dickschichtpasten auf Cu-, Ni- oder Au-Basis oder durch stromlose Abscheidung von Ni oder Cu erfolgen.

Das in Fig. 2 schematisch dargestellte Heizelement unterscheidet sich von dem in Fig. 1 schematisch dargestellten Heizelement im wesentlichen dadurch, daß das A1N-Substrat aus einer grünen, flexiblen A1N-Folie 5 besteht. Nach dem Dotieren des zu isolierenden Bereiches 1a und dem Aufdrucken des Heizleiters 6 nebst Heizerezuleitung mit den Kontaktierungsflächen 7a und 7b auf den thermisch isolierten Bereich 1a wurde auf den den Heizleiter 6 tragenden Teil der Folie 5 eine etwa 20 µm dicke Schicht aus einer Paste aus 10 bis 50% A1N-Pulver in einem organischen Bindemittel, beispielsweise Äthylcellulose, α -Terpinol und Benzylalkohol aufgedruckt.

Das in Fig. 2 schematisch dargestellte bedruckte Substrat wurde dann aufgewickelt. Das aufgewickelte Element wurde dann 4 bis 6 Stunden lang bei einer Temperatur im Bereich von 1650 bis 1800°C gesintert. Danach wurden die Kontaktierungsflächen 7a und 7b metallisiert.

Die in Fig. 3 dargestellte Glühstiftkerze besteht im wesentlichen aus dem Kerzengehäuse 8, dem Heizelement 9 aus dem Aluminiumnitrid-Stab 10 mit aufgedrucktem Molybdändisilizid-Heizleiter 11, der auf den Aluminiumnitrid-Stab 10 aufgelöteten Hülse 12 (⊖-Anschluß), über die der Aluminiumnitrid-Stab 10 in das Kerzengehäuse 8 eingepreßt wird, der auf den Aluminiumnitrid-Stab 10 aufgelöteten Hülse 13 (⊕-Anschluß), der Isolations 14 des Heizleiters 11 gegen den ⊕-Anschluß, der Isolierscheibe 15, der Rundmutter 16 und dem Anschlußbolzen 17. Der schraffiert dargestellte Bereich 18 des Aluminiumnitrid-Stabes 10 ist der mit Fremdionen dotierte Bereich.

Patentansprüche

1. Hochtemperatur-Heizelement mit einem Substrat aus Aluminiumnitrid und einem darauf aufgetragenen Heizleiter, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratbereiche, die thermisch isolieren sollen, mit Fremdionen dotiert sind.
2. Hochtemperatur-Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratbereiche, die thermisch isolieren sollen, mit 50 ppm bis 5% Fremdionen dotiert sind.
3. Hochtemperatur-Heizelement nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratbereiche, die thermisch isolieren sollen, mit Siliciumionen als Fremdionen dotiert sind.
4. Verfahren zur Herstellung eines Hochtemperatur-Heizelementes nach Ansprüchen 1 bis 3, bei dem man auf ein Substrat aus Aluminiumnitrid in

Dickschichttechnik einen Heizleiter aufdruckt und das bedruckte Substrat unter einem Schutzgas sintert, dadurch gekennzeichnet, daß man die Bereiche des Substrates, die thermisch isolieren sollen, vor dem Bedrucken des Substrates mit dem Heizleiter mit Fremdionen dotiert. 5

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß man das Substrat mit den Bereichen, die thermisch isolieren sollen, dadurch herstellt, daß man dem die isolierenden Bereiche des Substrates bildenden Aluminiumnitrid Fremdionen liefernde Stoffe zumischt und daß man aus dem das Fremdionen liefernde Material enthaltenden Aluminiumnitrid und Aluminiumnitrid, das kein Fremdionen lieferndes Material enthält, das Substrat formt, verpreßt und sintert. 10 15

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß man das Substrat mit den Bereichen, die thermisch isolieren sollen, dadurch herstellt, daß man auf die zu isolierenden Bereiche durch Auftragen einer Dickschichtpaste Dotiermittel aufträgt und daß man die Fremdionen durch eine Wärmebehandlung in das Substrat eindiffundieren läßt. 20

7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß man das Substrat mit den Bereichen, die thermisch isolieren sollen, dadurch herstellt, daß man auf die zu isolierenden Bereiche Dotiermittel aufdampft, und daß man die Fremdionen durch eine Wärmebehandlung in das Substrat eindiffundieren läßt. 25 30

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß man auf die zu isolierenden Bereiche als Dotiermittel Si aufdampft.

9. Verfahren nach Ansprüchen 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß man das bedampfte oder mit einer Dickschichtpaste versehene Material zum Zwecke der Eindiffusion der Fremdionen unter einem Schutzgas oder im Vakuum 12 bis 36 Stunden lang auf eine Temperatur von 800 bis 1400°C erhitzt. 35 40

10. Verfahren zur Herstellung eines Hochtemperatur-Heizelementes nach Ansprüchen 1 bis 3, bei dem man auf ein Substrat aus Aluminiumnitrid in Dickschichttechnik einen Heizleiter aufdruckt und das bedruckte Substrat unter einem Schutzgas sintert, dadurch gekennzeichnet, daß man der zum Aufdrucken der Heizerezuleitung verwendeten Druckpaste einen Stoff zusetzt, der beim Sintern in das Substrat diffundierende Fremdionen liefert. 45

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß man der Druckpaste Silicium zusetzt. 50

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß man als Aluminiumnitrid-Substrate Folien, Plättchen oder zylindrische Stäbe verwendet. 55

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

— Leerseite —

FIG. 1

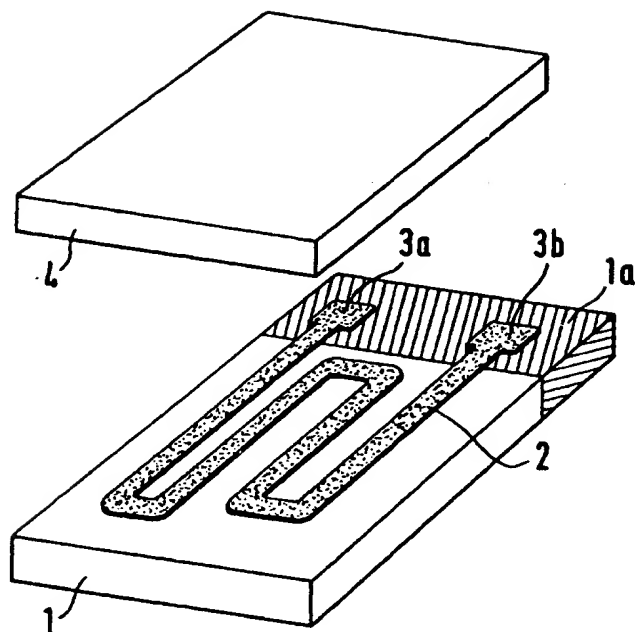


FIG. 2

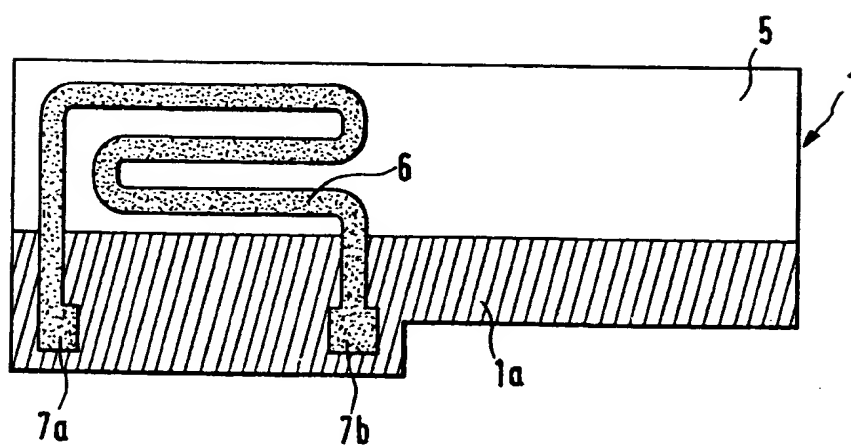


FIG. 3

